

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. August 2005 (11.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/072884 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B08B 7/00**,
C23G 1/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000405

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Januar 2005 (17.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
04002158.6 30. Januar 2004 (30.01.2004) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOSTANJOGLO, Georg** [DE/DE]; Odenwaldstr. 17, 12161 Berlin (DE).
KRAUSE, Stefan [DE/DE]; Königsberger Str. 14, 45470
Mülheim a.d.Ruhr (DE). **OTT, Michael** [DE/DE]; Horn-
hof 12, 45478 Mülheim (DE). **REICHE, Ralph** [DE/DE];
Bulgenbachweg 15, 13465 Berlin (DE). **STEINBACH, Jan** [DE/DE]; Buchstr. 8, 13353 Berlin (DE).

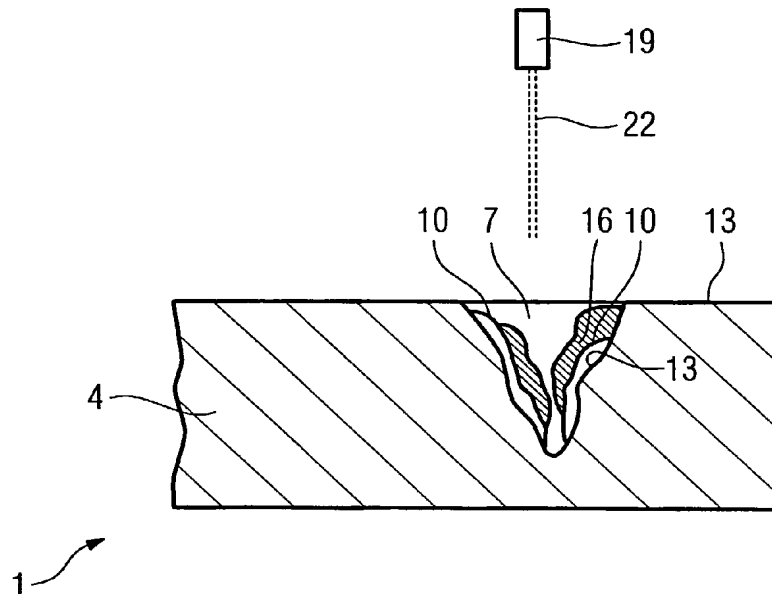
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REMOVING A LAYER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENTFERNUNG EINER SCHICHT



(57) Abstract: The invention relates to a method for removing a layer. Structural components that are contaminated with corrosion products are often reused, therefore the corrosion product (10) has to be removed. Conventional methods for doing so are time-consuming as the reaction times with the corrosion product are often very long. According to the invention, the corrosion product is pretreated by exposing it to salt, thereby producing a larger working surface, so that the corrosion product (10) can be removed more rapidly. Sodium sulfate (Na_2SO_4) and/or cobalt sulfate (CoSO_4) are used for the salt exposure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/072884 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Entfernung einer Schicht Bauteile mit Korrosionsprodukten werden oft wieder verwendet, wobei das Korrosionsprodukt (10) entfernt werden muss. Dies dauert nach dem Stand der Technik sehr lange, da die Reaktionszeiten mit dem Korrosionsprodukt oft sehr lang sind. Erfindungsgemäß wird das Korrosionsprodukt durch einen Salzangriff vorbehandelt, um eine größere Angriffsfläche zu erzeugen, so dass die Entfernung des Korrosionsprodukts (10) schneller erfolgen kann. Für den Salzangriff wird Natriumsulfat (Na_2SO_4) und/oder Kobaltsulfat (CoSO_4) verwendet.

Verfahren zur Entfernung einer Schicht

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung einer
5 Schicht gemäß Anspruch 1.

Bauteile, wie z.B. Turbinenschaufeln, weisen beispielsweise
nach dem Einsatz Korrosionsprodukte wie z.B. Oxide, Sulfide,
Nitride, Karbide, Phosphate usw. auf, die eine Schicht bil-
10 den.

Solche Bauteile können nach ihrem Einsatz wieder eingesetzt
werden, wenn u.a. die Korrosionsprodukte entfernt worden
sind.

Die komplette Entfernung der Korrosionsprodukte geschieht
15 beispielsweise durch Sandstrahlen, was aber zu einer Schädigung
des Substrats führen kann.

Ebenso ist es möglich das Bauteil komplett mittels Säure-
strippen oder Fluorionenreinigung (fluor ion cleaning (FIC))
20 zu behandeln.

Dies ist jedoch sehr zeitaufwändig, da die Korrosionsprodukte
gegenüber der Säure oder dem Fluor und/oder Fluorid teilweise
mit der Zeit zu geringe Abtragungsraten aufweisen.

25 Die US-PS 5,575,858 beschreibt ein Verfahren zur Entfernung
eines Entfernungsbereichs, insbesondere eines
Korrosionsproduktes eines Bauteils, bei dem der
Entfernungsbereich vor einer Endreinigung vorgehandelt wird,
30 so dass eine Schädigung des Entfernungsbereichs erfolgt, so
dass dann eine Abtragungsrate in der Endreinigung des
Entfernungsbereichs größer ist als ohne die Schädigung des
Entfernungsbereichs.

35 Ähnliche Verfahren sind in der US-PS 4,439,241, US-PS
5,464,479 sowie der EP 1 013 797 offenbart.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, bei dem die Entfernung von Schichten auf einem Bauteil erleichtert und damit zeitlich verkürzt wird.

5 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgelistet.

10 Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

Die Erfindung ist schematisch anhand der Figuren erläutert.

15 Es zeigen

Figur 1 ein Bauteil mit einem Korrosionsprodukt,

Figur 2 schematisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

20 die Figuren 3, 4, 5 das Bauteil nach Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 6 eine Gasturbine,

Figur 7 eine Brennkammer,

Figur 8 eine Turbinenschaufel und

Figur 9 eine Dampfturbine.

25

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt werden kann.

30 Das Bauteil 1 besteht aus einem keramischen oder metallischen Substrat 4 (Grundkörper), das beispielsweise, insbesondere für Turbinen, eine kobalt-, eisen- oder nickelbasierte Superlegierung ist.

Das Bauteil 1 ist beispielsweise eine Leit- 130 oder Lauf-
schaufel 120 (Figur 6, 8) einer Gas- 100 (Figur 6), einer
35 Dampfturbine 300, 303 (Figur 9), oder einer Flugzeugturbine,
eine Brennkammerauskleidung 155 (Fig. 7) oder ein anderes
heißgasbeaufschlagtes Bauteil einer Turbine.

Das Bauteil 1 kann entweder neu hergestellt oder wiederaufgearbeitet sein.

Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 1
5 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schichten (Wärmedämmschicht) getrennt werden und Korrosions- und Oxidationsprodukte entfernt werden. Gegebenenfalls müssen noch Risse repariert werden.

Danach kann ein solches Bauteil 1 wieder beschichtet werden;
10 dies ist besonders vorteilhaft, da der Grundkörper sehr teuer ist.

Das Bauteil 1 kann für den Einsatz zumindest eine keramische oder metallische Schicht auf der Oberfläche 13 aufweisen, wie z.B. eine MCrAlX-Schicht und/oder eine darauf liegende Wärmedämmschicht, die in einem ersten Verfahrensschritt grob entfernt werden kann.
15

Auch die MCrAlX-Schicht kann den Entfernungsbereich 10 darstellen, der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt wird.

20

Im folgenden wird der Entfernungsbereich 10 als Korrosionsprodukt 10 (Korrosionsschicht 10) betrachtet. Der Entfernungsbereich 10 kann aber ebenso eine funktionstüchtige Schicht ohne Korrosionsprodukte sein.

25 Der Entfernungsbereich 10 kann eine metallische und/oder keramische Schicht sein, wobei die Schicht metallisch sein kann und Korrosionsprodukte aufweist.

Das Korrosionsprodukt 10, beispielsweise ein Oxid, ein Sulfid, ein Nitrid, ein Phosphid oder ein Karbid usw. kann auf
30 einer Oberfläche 13 des Bauteils 1 oder in einem Riss 7 des Bauteils 1 vorhanden sein.

Die Korrosionsprodukte 10 müssen aus dem Riss 7 oder von der Oberfläche 13 entfernt werden, damit der Riss 7 mit einem Lot
35 oder Schweißgut aufgefüllt werden kann und die Oberfläche 13 erneut beschichtet werden kann. Korrosionsprodukte 10 würden ansonsten eine gute Haftung des Lots oder einer erneuten

Beschichtung verhindern oder zumindest verringern.

Das Korrosionsprodukt 10 nach dem Stand der Technik weist eine bestimmte Abtragungsrate (Masse pro Zeit) auf, wenn es
5 beispielsweise nach dem FIC-Verfahren gereinigt wird. Diese Abtragungsrate ist jedoch zu gering und kann nach einer gewissen Zeit sogar null betragen.

Figur 2 zeigt schematisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Auf das Korrosionsprodukt 10 wird, um dieses zu schädigen,
5 beispielsweise ein Material 16, beispielsweise ein Salz 16
aufgebracht, das mit dem Korrosionsprodukt 10 chemisch reagieren kann, um den Entfernungsbereich 10 zu schädigen.
Als Salz wird vorzugsweise Na_2SO_4 (Natriumsulfat) und/oder
10 CoSO_4 (Kobaltsulfat) verwendet. Weitere Salze oder Kombinationen sind denkbar.

Insbesondere mit diesen Salzen können die Korrosionsprodukte
Aluminiumoxid und/oder Kobaltoxid und/oder Titanoxid der
Metalle Titan, Aluminium und/oder Kobalt, die in der Legierung
15 (beispielsweise Superlegierung) des Substrats 4 enthalten sind, sehr gut entfernt werden.

Ebenso kann direkt eine Salzschnmelze in dem Riss 7 oder auf
das Korrosionsprodukt 10 aufgebracht werden oder das Bauteil
20 1 wird in eine Salzschnmelze eingetaucht.

Ebenso ist es möglich, dass Salz in Form eines Schlickers in
den Riss 7 und auf der Oberfläche 13 aufzutragen.
Bei großflächigen Anwendungen eignet sich das Auflegen einer
25 Folie, die das Material 16 oder Salz 16 enthält.

Das Salz 16 kann beispielsweise mittels eines Lasers 19 und
seiner Laserstrahlen 22 insbesondere lokal erwärmt werden, so
dass eine chemische Reaktion des Salzes 16 mit dem Korrosions-
30 produkt 10 oder ein Thermoschock erfolgt.

Die Erwärmung kann auch durch elektromagnetische Induktion
erfolgen, insbesondere dann, wenn das Substrat 4 metallisch
ist.

Die Erwärmung des Bauteils 1 kann mittels Induktion oder mit-
35 tels einer Lichtquelle, beispielsweise mittels Laser beispielsweise lokal erfolgen, indem der Laser 19 mit dem Laserstrahl 22 nur in den Riss 7 hineinstrahlt.

Die lokale Erwärmung kann auch mittels durchstimmbarer Mikrowellen erfolgen. Durchstimmbar bedeutet, dass unter anderem die Wellenlänge und Intensität verändert werden können.

5

Figur 3 zeigt ein Bauteil 1 mit einem Korrosionsprodukt 10 nach der Schädigung des Korrosionsproduktes 10 durch eine erfindungsgemäße Vorbehandlung.

10 Durch die Vorbehandlung werden Risse 25 erzeugt, die ausgehend von der Oberfläche 14 der Schicht 10 in Richtung Substrat 4 verlaufen, so dass eine größere Angriffsfläche des Korrosionsproduktes 10 gegenüber der Säure und/oder den Fluorionen usw. gegeben ist.

15

Auch mittels Laserstrahlen, Hochdruckwasserstrahlen, Sandstrahlen, insbesondere mit groben Körnern, können auch solche Risse 25 erzeugt werden. Die Intensität und Dauer der Sandstrahlbehandlung muss jedoch so eingestellt werden, dass das Substrat 4 nicht erreicht wird und das Korrosionsprodukt 10 nur teilweise entfernt wird.

20

In einem abschließenden Verfahrensschritt wird das Bauteil 1 einer Endreinigung mittels einer Säure- oder Fluorionenbehandlung unterzogen, die zur vollständigen Entfernung des Korrosionsproduktes 10 führt, da durch die Schädigung des Korrosionsproduktes 10 die Abtragungsrate beim FIC oder einem anderen Verfahren deutlich erhöht ist und keine deutliche Verringerung der Abtragungsrate mit der Zeit eintritt.

30

Figur 4 zeigt eine weitere Möglichkeit um eine Schädigung des Korrosionsproduktes 10 zu erreichen.

Das Korrosionsprodukt 10, das auf einer Oberfläche 13 des Substrats 4 aufliegt wird einem Thermoschock unterzogen.

35

Der Thermoschock kann durch Eintauchen in ein heißes Metall- oder Salzbad oder durch schnelle Erwärmung mittels Elektronenstrahlen oder eines Lasers 28 erfolgen.

Bei dem Thermoschock kann das Korrosionsprodukt 10 auch teilweise aufgeschmolzen werden.

Figur 5 zeigt weitere Schädigungen im Korrosionsprodukt 10 gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

10 Wenn das Material des Korrosionsprodukts 10 beispielsweise aufgeschmolzen wurde, zieht sich das Material beim Abkühlen wieder zusammen, so dass mechanische Spannungen auftreten, die gegebenenfalls zu einer Rissbildung führen.

15 Neben Rissen 25 in der Oberfläche des Korrosionsprodukts 10 können auch Risse 31 innerhalb des Korrosionsprodukts 10 erzeugt werden.

20 Ebenso können sich Delaminationen 34 zwischen dem Korrosionsprodukt 10 und einer Oberfläche 13, auf der das Korrosionsprodukt 10 aufliegt, bilden.

Das Besondere an dem Verfahren ist es, dass das durch Korrosionsprodukte 10 geschädigte und zu reparierende Bauteil 1
25 mit den Korrosionsprodukten 10 nochmals im Bereich der Korrosionsprodukte 10 geschädigt wird.

30 Die Figur 6 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse
35 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehre-

ren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise
5 vier hintereinandergeschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus
10 Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe
15 133 am Rotor 103 angebracht sind. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter
20 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brenn-
25 kammer 110 verbrannt.

Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.
30

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen
35 Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106

auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, werden diese mittels eines Kühlmittels gekühlt.

- 5 Ebenso können die Substrate eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

Als Material werden eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

- 10 Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X steht für Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden) und Wärme durch eine Wärmedämmschicht aufweisen. Die Wärmedämmschicht
15 besteht beispielsweise ZrO_2 , Y_2O_3 - ZrO_2 , d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

- Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der
20 Wärmedämmschicht erzeugt.

- Trotz der Schutzschichten können sich Korrosionsprodukte 10 auf dem Bauteil bilden. Für eine Wiederaufarbeitung (Refurbishment) müssen die Korrosionsprodukte nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entfernt werden, wenn das Bauteil neu
25 beschichtet werden soll.

Ggf. werden dann noch Risse in dem Substrat des Bauteils repariert.

- Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der
30 Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

35

Die Figur 7 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 103 herum positioniert ist.

- 10 Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen.
- 25 Die Materialien der Brennkammerwand und deren Beschichtungen können ähnlich der Turbinenschaufeln 120, 130 sein.

- Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu sind zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

-
- Figur 8 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Schaufel 120, 130, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt. Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran

angrenzende Schaufelplattform 403 sowie einen Schaufelblattbereich 406 auf. Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an der Welle dient. Der Schaufelfuß 183 ist als Hammerkopf 5 ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen, beispielsweise als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich. Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Laufschaufel 120, 130 massive metallische Werkstoffe verwendet. Die Laufschaufel 120, 130 kann hierbei 10 durch ein Gussverfahren, durch ein Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

In Figur 9 ist beispielhaft eine Dampfturbine 300, 303 mit 15 einer sich entlang einer Rotationsachse 306 erstreckenden Turbinenwelle 309 dargestellt.

Die Dampfturbine weist eine Hochdruck-Teilturbine 300 und eine Mitteldruck-Teilturbine 303 mit jeweils einem Innengehäuse 312 und einem dieses umschließendes Außengehäuse 315 20 auf. Die Hochdruck-Teilturbine 300 ist beispielsweise in Topfbauart ausgeführt. Die Mitteldruck-Teilturbine 303 ist zweiflutig ausgeführt. Es ist ebenfalls möglich, dass die Mitteldruck-Teilturbine 303 einflutig ausgeführt ist. Entlang 25 der Rotationsachse 306 ist zwischen der Hochdruck-Teilturbine 300 und der Mitteldruck-Teilturbine 303 ein Lager 318 angeordnet, wobei die Turbinenwelle 309 in dem Lager 318 einen Lagerbereich 321 aufweist. Die Turbinenwelle 309 ist auf einem weiteren Lager 324 neben der Hochdruck-Teilturbine 300 30 aufgelagert. Im Bereich dieses Lagers 324 weist die Hochdruck-Teilturbine 300 eine Wellendichtung 345 auf. Die Turbinenwelle 309 ist gegenüber dem Außengehäuse 315 der Mitteldruck-Teilturbine 303 durch zwei weitere Wellendichtungen 345 abgedichtet. Zwischen einem Hochdruck-Dampfeinströmbereich 35 348 und einem Dampfaustrittsbereich 351 weist die Turbinenwelle 309 in der Hochdruck-Teilturbine 300 die Hochdruck-Laufbeschaufelung 354, 357 auf. Diese Hochdruck-Laufbeschau-

felung 354, 357 stellt mit den zugehörigen, nicht näher dargestellten Laufschaufeln einen ersten Beschau felungsbereich 360 dar. Die Mitteldruck-Teilturbine 303 weist einen zentralen Dampfeinströmbereich 333 auf. Dem Dampfeinströmbereich 5 333 zugeordnet weist die Turbinenwelle 309 eine radialsymmetrische Wellenabschirmung 363, eine Abdeckplatte, einerseits zur Teilung des Dampfstromes in die beiden Fluten der Mitteldruck-Teilturbine 303 sowie zur Verhinderung eines direkten Kontaktes des heißen Dampfes mit der Turbinenwelle 309 auf. 10 Die Turbinenwelle 309 weist in der Mitteldruck-Teilturbine 303 einen zweiten Beschau felungsbereich 366 mit den Mitteldruck-Laufschaufeln 354, 342 auf. Der durch den zweiten Beschau felungsbereich 366 strömende hei ße Dampf strömt aus der Mitteldruck-Teilturbine 303 aus einem Abströmsutzen 369 zu 15 einer strömungstechnisch nachgeschalteten, nicht dargestellten Niederdruck-Teilturbine.

Auch die Bauteile der Dampfturbine 300, 303 weisen Schutzschichten und/oder Korrosionsprodukte 10 auf, die mit dem 20 erfindungsgemä ßen Verfahren entfernt werden, bevor eine Wiederaufarbeitung der Bauteile erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung eines Entfernungsbereichs (10),
5 insbesondere eines Korrosionsprodukts (10),
eines Bauteils (1),
bei dem der Entfernungsbereich (10) vor einer
Endreinigung so vorbehandelt wird,
dass eine Schädigung des Entfernungsbereichs (10)
10 erfolgt,
indem eine größere Angriffsfläche durch einen
Salzangriff,
insbesondere durch eine Salzsäure, erzeugt wird,
so dass dann eine Abtragungsrate in der Endreinigung des
15 Entfernungsbereichs (10) größer ist als ohne die
Schädigung des Entfernungsbereichs (10),
wobei für den Salzangriff das Salz Natriumsulfat (Na_2SO_4)
und/oder Kobaltsulfat (CoSO_4) verwendet wird.
- 20
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) in der Weise
erfolgt, dass eine größere Angriffsfläche erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- 30 Risse (25, 31) in dem Entfernungsbereich (10) erzeugt
werden,
die den Entfernungsbereich (10) schädigen.
- 35

4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

Delaminationen (34) zwischen dem schichtförmigen Entfernungsbereich (10) und einer Oberfläche (13),
auf der der Entfernungsbereich (10) angeordnet ist,
erzeugt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,

dass ein Material (16) auf den Entfernungsbereich (10)
aufgetragen wird, um den Entfernungsbereich (10) zu
schädigen, und
dass das Material (16) in Form eines Schlickers aufgetragen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 6 oder 7
dadurch gekennzeichnet, dass

ein Material (16) auf den Entfernungsbereich (10) aufgetragen wird,
um den Entfernungsbereich (10) zu schädigen, und
dass das Material (16) in Form einer Folie auf den Entfernungsbereich (10) aufgelegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Material (16),
das auf dem Entfernungsbereich (10) vorhanden ist,
erwärmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 das Bauteil (1) erwärmt wird,
insbesondere nur lokal im Entfernungsbereich (10).

9. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Erwärmung des Materials (16),
insbesondere die lokale Erwärmung,
durch eine Lichtquelle, insbesondere durch einen Laser
(19) erfolgt.

15

10. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Erwärmung,
insbesondere die lokale Erwärmung,
durch elektromagnetische Induktion erzeugt wird.

25 11. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Erwärmung,
insbesondere die lokale Erwärmung,
30 mittels Mikrowellen erzeugt wird.

35

12.Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) ein Korrosionsprodukt ist,
und dass mit dem Verfahren die Korrosionsprodukte (10)
Aluminiumoxid (Al_2O_3) und/oder Kobaltoxid (CoO_2) und/oder
Titanoxid (TiO_2) entfernt werden.

13.Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) durch Sand-
strahlen erfolgt.

14.Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) durch einen
Thermoschock erfolgt.

15.Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Thermoschock durch zumindest teilweise Aufschmelzung
und anschließende Abkühlung des Entfernungsbereichs (10)
erzeugt wird.

16.Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Aufschmelzung durch einen Laser (28) erfolgt.

17.Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 als Endreinigung eine Fluorionenreinigung (FIC) des Bauteils (1) erfolgt,
um den Entfernungsbereich (10) vollständig zu entfernen.

10 18.Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass

15 in einem der letzten Verfahrensschritte der geschädigte Entfernungsbereich (10) durch eine Säurebehandlung vollständig entfernt wird.

19.Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 der Entfernungsbereich (10) auf einem metallischen Substrat (4) vorhanden ist.

20.Verfahren nach Anspruch 22,
25 dadurch gekennzeichnet, dass

das Substrat (4) eine nickel-, kobalt- oder eisenbasierte Superlegierung ist.

30

35

21. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) als Schicht auf einer MCrAlX-
Schicht vorhanden ist,
wobei M für zumindest ein Element der Gruppe Eisen,
Kobalt oder Nickel steht,
sowie X für Yttrium und/oder zumindest ein Element der
seltenen Erden steht.

22. Verfahren nach Anspruch 1 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) metallisch ist.

23. Verfahren nach Anspruch 1 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) keramisch ist.

24. Verfahren nach Anspruch 1, 24 oder 25,
dadurch gekennzeichnet, dass

der metallische Entfernungsbereich (10), insbesondere als
Schicht, Korrosionsprodukte aufweist.

25. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Bauteil (1) ein Bauteil (1) einer Gas- (100) oder
Dampfturbine (300, 300), insbesondere eine Lauf- oder
Leitschaufel (120, 130) oder eine Brennkammerauskleidung
(155) ist.

26. Verfahren nach Anspruch 1 oder 26,
dadurch gekennzeichnet, dass

5

das Verfahren mit einem Bauteil (1),
das wiederaufgearbeitet werden soll,
durchgeführt wird.

1 / 6

FIG 1

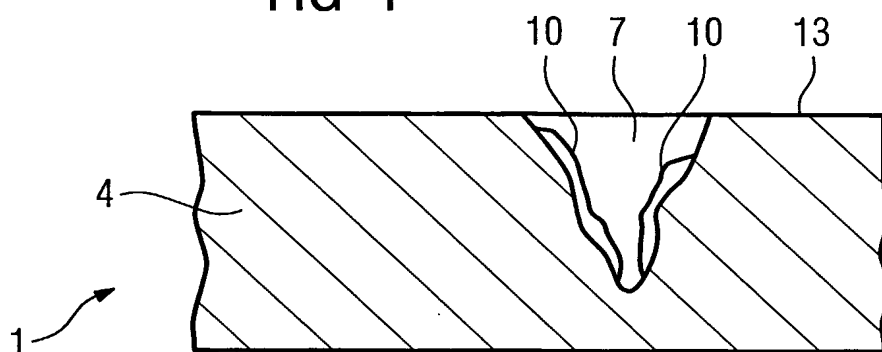
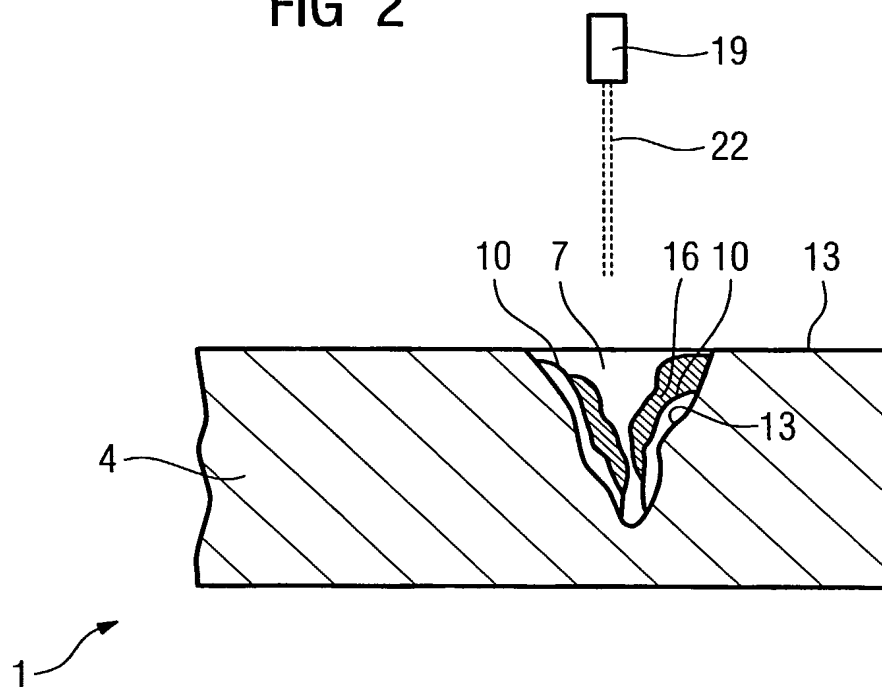


FIG 2



2 / 6

FIG 3

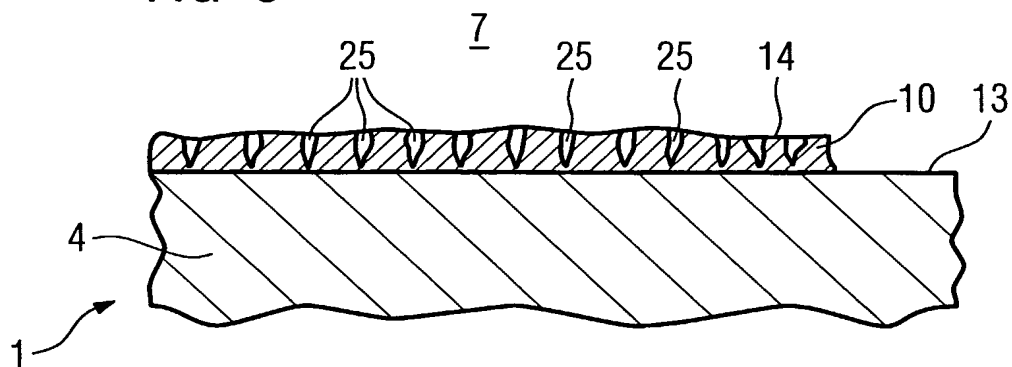


FIG 4

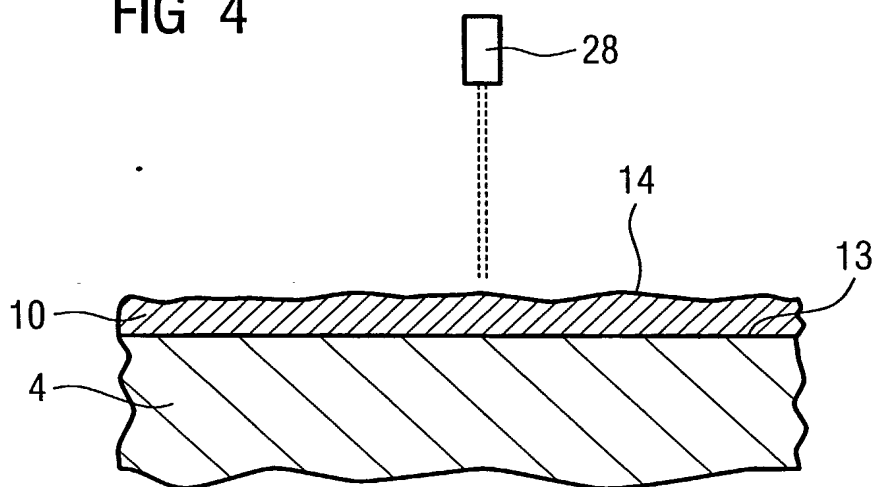
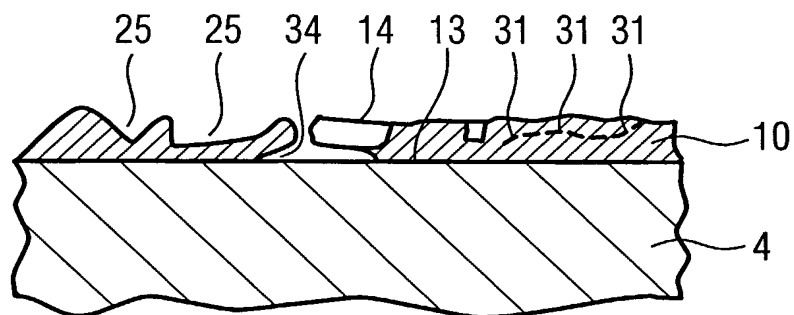


FIG 5



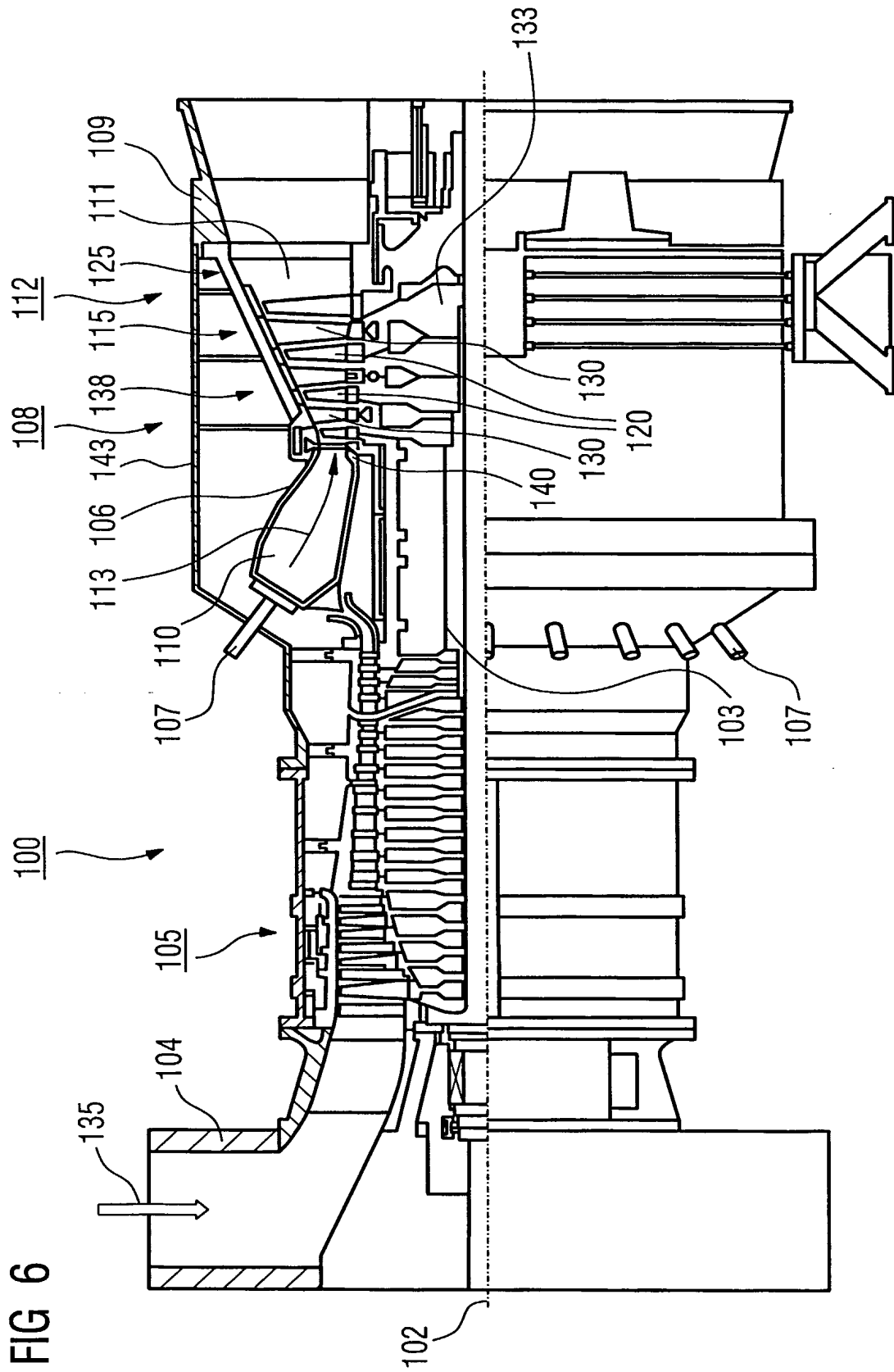


FIG 7

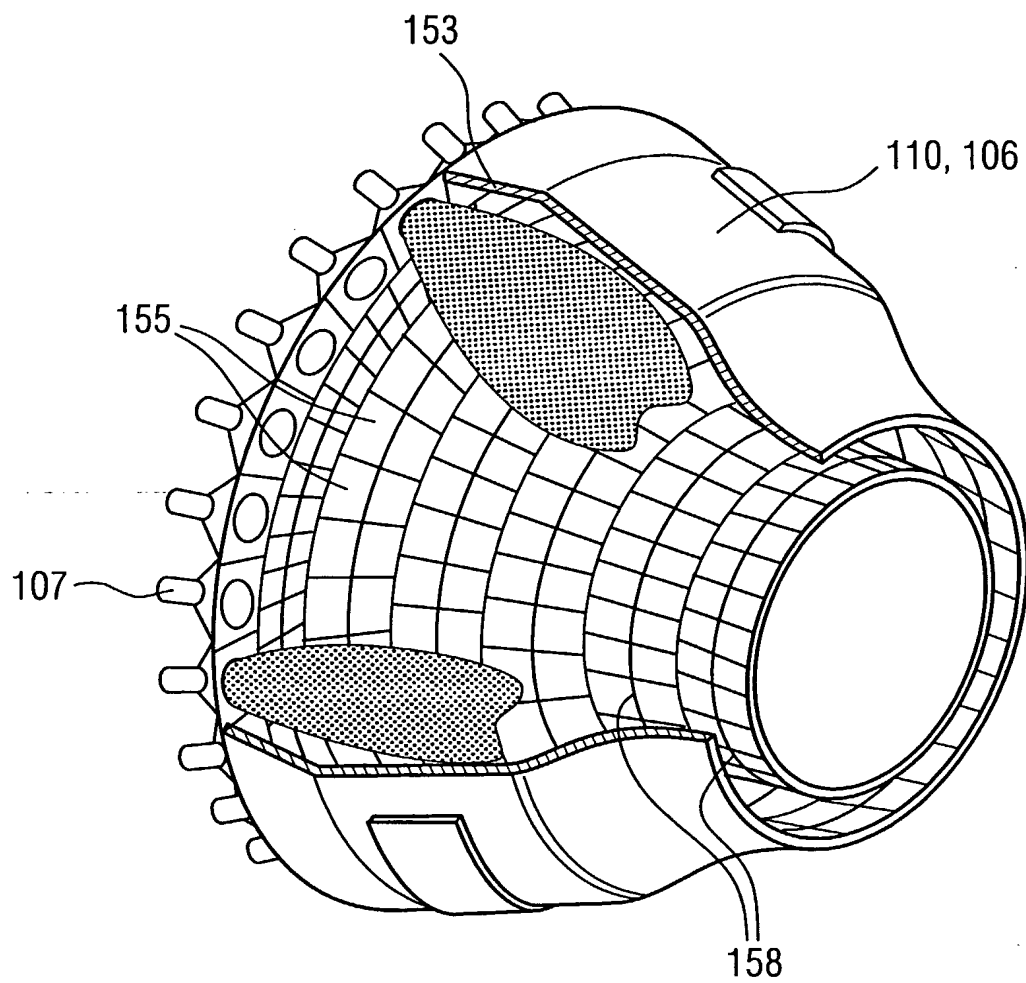


FIG 8

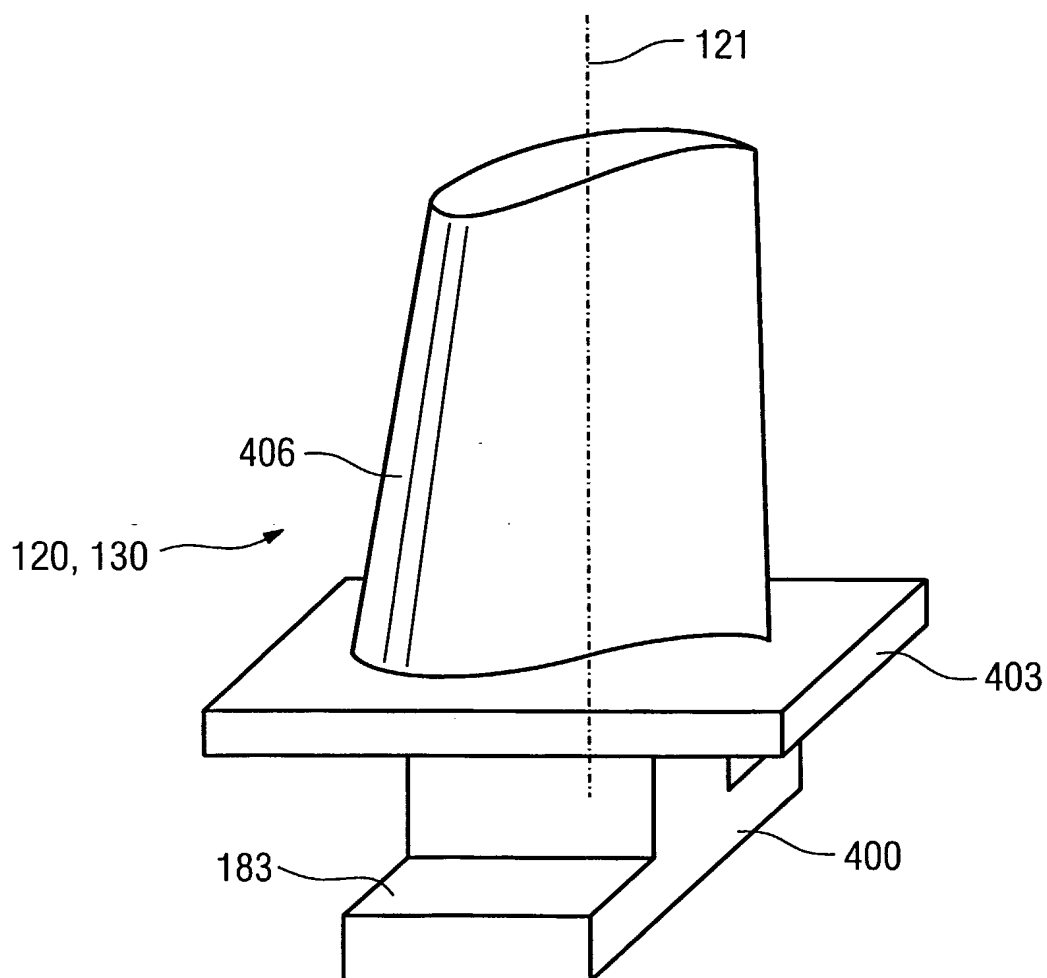
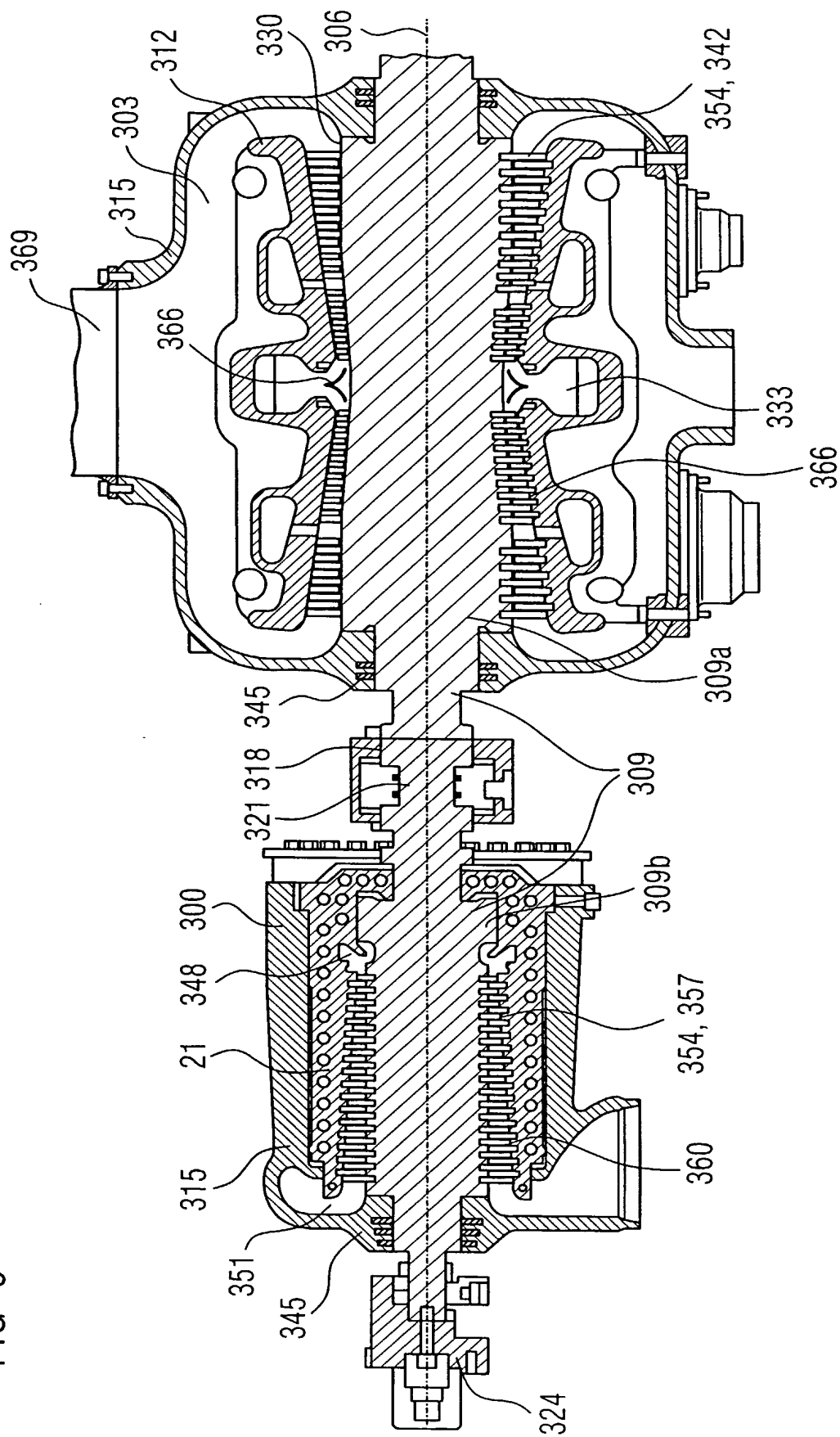


FIG 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B08B7/00 C23G1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B08B C23G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 575 858 A (CHEN OTIS Y ET AL) 19 November 1996 (1996-11-19) column 2, line 19 - column 2, line 44 column 3, line 21 - column 3, line 35 -----	1-4, 7, 8, 12, 14, 18, 26
A	US 4 439 241 A (AULT EARLE A ET AL) 27 March 1984 (1984-03-27) the whole document column 2, line 64 - column 3, line 14 -----	1, 2, 7, 8, 12, 19-26
A	US 5 464 479 A (KENTON DONALD J ET AL) 7 November 1995 (1995-11-07) column 3, line 1 - column 3, line 36 ----- -/-	1-4, 12, 19-26

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 2005

Date of mailing of the international search report

24/06/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Militzer, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000405

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 1 013 797 A (GEN ELECTRIC) 28 June 2000 (2000-06-28)</p> <p>the whole document column 3, paragraph 7 -----</p>	<p>1-3, 7, 8, 12, 13, 19-26</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000405

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5575858	A	19-11-1996	DE 69502389 D1	10-06-1998
			DE 69502389 T2	24-12-1998
			EP 0759098 A1	26-02-1997
			JP 9512605 T	16-12-1997
			SG 52191 A1	28-09-1998
			WO 9530032 A1	09-11-1995
US 4439241	A	27-03-1984	NONE	
US 5464479	A	07-11-1995	NONE	
EP 1013797	A	28-06-2000	US 6174380 B1	16-01-2001
			BR 9905933 A	16-01-2001
			CA 2292381 A1	22-06-2000
			EP 1013797 A1	28-06-2000
			JP 2000212783 A	02-08-2000
			SG 82048 A1	24-07-2001
			TR 9903180 A2	21-07-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B08B7/00 C23G1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B08B C23G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 575 858 A (CHEN OTIS Y ET AL) 19. November 1996 (1996-11-19) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 2, Zeile 44 Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 3, Zeile 35 -----	1-4, 7, 8, 12, 14, 18, 26
A	US 4 439 241 A (AULT EARLE A ET AL) 27. März 1984 (1984-03-27) das ganze Dokument Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 14 -----	1, 2, 7, 8, 12, 19-26
A	US 5 464 479 A (KENTON DONALD J ET AL) 7. November 1995 (1995-11-07) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 36 ----- -/-	1-4, 12, 19-26

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

*A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

*E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

*L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

*O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

*P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

*T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

*X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

*Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

*Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Militzer, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 013 797 A (GEN ELECTRIC) 28. Juni 2000 (2000-06-28) das ganze Dokument Spalte 3, Absatz 7 -----	1-3,7,8, 12,13, 19-26

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5575858	A	19-11-1996	DE 69502389 D1 10-06-1998
			DE 69502389 T2 24-12-1998
			EP 0759098 A1 26-02-1997
			JP 9512605 T 16-12-1997
			SG 52191 A1 28-09-1998
			WO 9530032 A1 09-11-1995
US 4439241	A	27-03-1984	KEINE
US 5464479	A	07-11-1995	KEINE
EP 1013797	A	28-06-2000	US 6174380 B1 16-01-2001
			BR 9905933 A 16-01-2001
			CA 2292381 A1 22-06-2000
			EP 1013797 A1 28-06-2000
			JP 2000212783 A 02-08-2000
			SG 82048 A1 24-07-2001
			TR 9903180 A2 21-07-2000